

УДК 004.02

DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2016.1.03

## ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ КРЕСЛЕНЬ ГЕОЛОГІЧНИХ РОЗРІЗІВ

Ю.А. ТАРНАВСЬКИЙ

Забезпечення безпеки промислового об'єкта потребує моніторингу стану ґрунтів під ним і збереження цієї інформації у вигляді технічної документації. Особливо актуальним є завдання побудови геологічних розрізів у зоні розташування об'єкта і їх фіксації у вигляді конструктивних креслень. Проте дотепер ці завдання вирішувались у «напівручному» режимі і жодна з програм побудови геологічних розрізів не забезпечувала можливості побудови конструктивних креслень. Роботу присвячено питанням розроблення інструментальних засобів для побудови конструктивних креслень геологічних розрізів в автоматизованому режимі з використанням системи автоматизованого проектування AutoCAD. Результати розроблення подано у вигляді двох модулів: плагіну на основі AutoCAD .NET API (C#-застосування) і AutoLISP-застосування для створення користувацьких шаблонів штрихувань.

### ВСТУП

Останнім часом спостерігається бурхливий розвиток індустрії приладів підповерхневого радіолокаційного зондування — георадарів. У геології георадари застосовують для побудови геологічних розрізів, визначення положення рівня ґрунтових вод, меж поширення корисних копалин, положення карстових воронок і т. ін. При інженерно-геологічних вишукуваннях для проектування об'єктів будівництва застосування георадара забезпечує достовірні дані про інженерно-геологічну будову ділянки без додаткового буріння, що особливо важливо в складних умовах міської забудови і на ділянках, на яких неможливо проводити буріння. Практика використання георадара підтвердила реальність помітного скорочення вартості і термінів інженерно-геологічних вишукувань з підвищенням якості результатів вивчення території.

Результати георадарних досліджень подаються у вигляді растрових зображень — радарограм. Їх обробляють найчастіше засобами програмного забезпечення георадара, які можуть включати лінійне оброблення даних, міграцію, перетворення Гільберта, вейвлет-аналіз т.ін. [1–3]. Проте таке оброблення не забезпечує якісного документування результатів у вигляді конструктивних креслень геологічних розрізів. Особливо гостро це завдання постає для спостережень за станом ґрунтів у зонах розташування таких складних інженерних об'єктів, як атомні електростанції, адже від своєчасного виявлення небезпечних змін у будові інженерно-геологічних розрізів промислових майданчиків залежить екологічна безпека цілого регіону.

У зв'язку з викладеним актуальним постає завдання розроблення інструментальних засобів, що дозволяють отримувати конструктивні креслення геологічних розрізів в автоматизованому режимі.

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ

**Мета роботи** — розроблення інструментальних засобів для побудови конструктивних креслень геологічних розрізів за даними георадара в автоматизованому режимі, що забезпечує реалізацію таких завдань (рис. 1):

- 1) побудову креслень свердловин за даними буріння;
- 2) нанесення меж шарів ґрунтів за даними радарограми;
- 3) визначення типів ґрунтів і нанесення відповідних штрихувань на креслення;
- 4) оформлення креслення відповідно до існуючих вимог.



Рис. 1. Діаграма прецедентів системи

Побудова креслення починається з нанесення даних про структуру свердловин, між якими проводились георадарні дослідження. Структура кожної свердловини визначається за даними буріння і описує глибинне розташування шарів ґрунтів. Як правило, ці відомості зберігаються в окремій базі даних, і на першому етапі необхідно відобразити їх на кресленні. Проте може з'ясуватись, що для існуючого типу ґрунту відсутнє стандартне штрихування; тому належить передбачити засоби для його створення.

Другий етап — нанесення меж ґрунтів у розрізі між свердловинами на підставі даних, отриманих з результатів інтерпретації радарограми.

Третій етап реалізує «прив'язку» меж шарів до даних про структуру свердловин і їх заштрихування відповідним чином.

На четвертому етапі створюються елементи оформлення креслення відповідно до вимог [4], зокрема вертикальна шкала таблиці, рамки і т.ін.

## ЗАСОБИ РОЗРОБЛЕННЯ І АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ

Як середовище для побудови конструктивних креслень вибрано систему автоматизованого проектування AutoCAD, яка натеper є однією з найпоширеніших і часто визнається в організаціях як стандартна система для підго-

товки креслярської документації. До складу AutoCAD входить велика кількість убудованих шаблонів текстур, які використовуються як стандартні штрихування для ряду типів ґрунтів, а також засоби для створення власних шаблонів текстур (мовою програмування AutoLISP).

Як перевагу AutoCAD варто відзначити наявність інтерфейсу прикладного програмування AutoCAD .NET API, який уможлиблює розроблення .NET-застосунків для керування середовищем AutoCAD і файлами креслень на програмному рівні. AutoCAD .NET API складається із файлів динамічних бібліотек, які містять широкий спектр класів, структур, методів та подій, що забезпечують доступ до об'єктів у файлі креслення або програми AutoCAD [5].

Основними керованими бібліотеками в AutoCAD .NET API є (рис.2):

- бібліотека для роботи з об'єктами у файлі креслення — AcDbMgd.dll;
- бібліотека для роботи з програмою AutoCAD — AcMgd.dll;
- бібліотека для роботи із файлами налаштування — AcCui.dll.

.NET-застосування може взаємодіяти з AutoCAD через AutoCAD.NET API двома способами. Згідно з першим способом застосування можна реалізувати у вигляді окремого виконуваного файла для роботи із файлами Autocad через COM-інтерфейси бібліотеки Autocad.Interop.Common, проте цей спосіб дещо обмежений функціонально і не рекомендується в більшості випадків. Другий спосіб полягає у розробленні застосування у вигляді плагіну AutoCAD, тобто DLL-файла, який завантажується в AutoCAD командою NETLOAD і визначає нові команди (операції) та нову поведінку стандартних операцій AutoCAD[6]. Саме цей підхід як більш універсальний реалізовано в цій роботі (рис. 2).

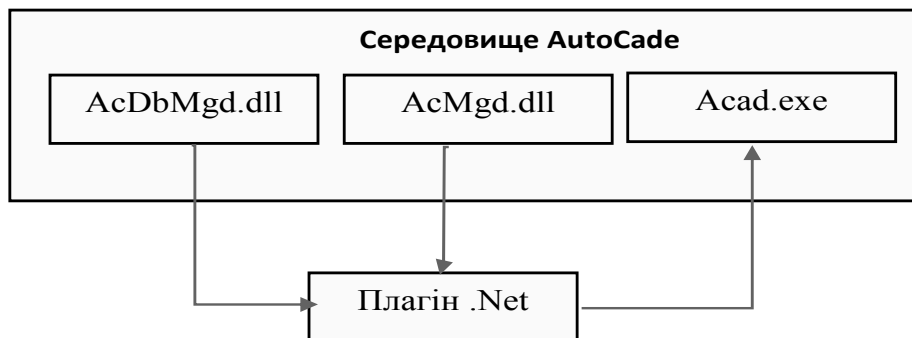


Рис. 2. Схема взаємодії середовища AutoCAD та .NET-застосування

Як систему керування даними обрано Microsoft SQL Server — надійну, продуктивну та оснащену комплексними засобами бізнес-аналізу платформу, що здатна підтримувати критично важливі прикладні програми, які ставлять високі вимоги до ресурсів. Як технологію доступу до даних обрано традиційну технологію ADO.NET, яка забезпечує підключення до бази даних (БД) і виконання запитів до неї.

Програмні компоненти системи розміщуються на трьох вузлах (рис. 3): сервер БД, ПК обробника радарограм, ПК інженера для підготовки конструктивних креслень.

У БД містяться відомості про структуру свердловин. Вони є лише частиною даних з комплексного обстеження стану промислового майданчика і тому їх доцільно зберігати в централізованій БД на виділеному сервері.

Отримання і оброблення радарограм здійснюються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення і тому доцільно розміщувати його на іншому вузлі.

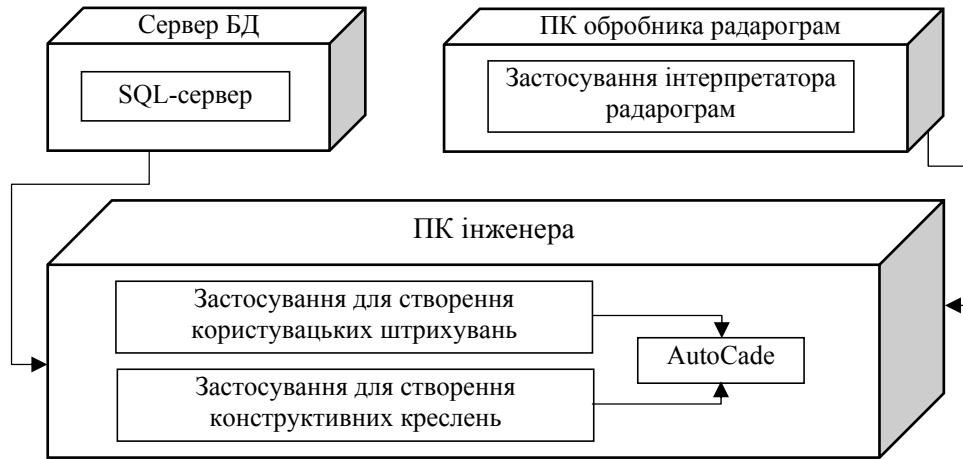


Рис. 3. Діаграма розміщення компонентів системи

Безпосередня підготовка конструктивних креслень геологічних розрізів відбувається на окремому вузлі із системою AutoCAD, у якій встановлено плагін на основі AutoCAD .NET API (C#-застосування) і застосування для утворення користувацьких шаблонів штрихувань (написаний мовою програмування AutoLISP) [7].

Плагін має модульну структуру (рис. 4).

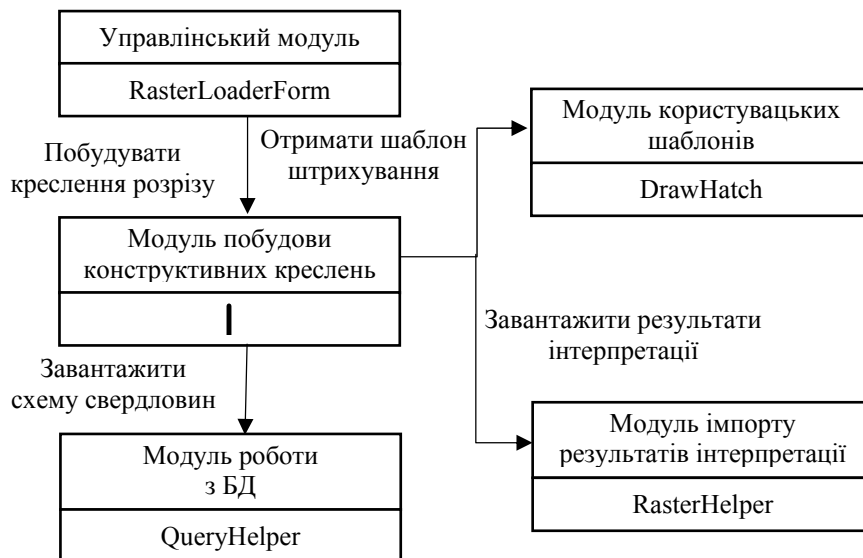


Рис. 4. Діаграма компонентів системи

Модуль оброблення даних інтерпретації радарограм ґрунтів здійснює імпорт результатів оброблення радарограм і структурування їх у вигляді класів .NET Framework та сутностей застосування.

Модуль побудови конструктивного креслення взаємодіє із середовищем AutoCAD за допомогою інтерфейсу прикладного програмування

AutoCAD .NET API. Цей модуль містить реалізацію методів, що додають нові об'єкти до конструктивного креслення. За допомогою методів модуля оформляється конструктивне креслення відповідно до державних стандартів.

Модуль користувацьких шаблонів штрихувань використовується з метою розширення стандартної палітри штрихувань середовища AutoCAD і реалізований у вигляді окремого модуля.

## ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

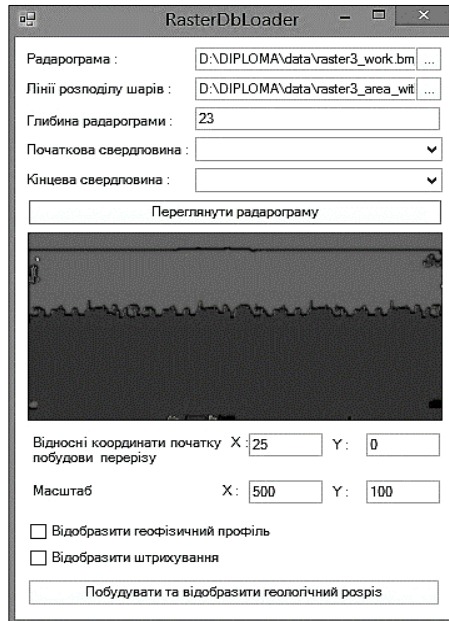


Рис. 5. Головне вікно плагіну для підготовки креслень

геологічного креслення потрібно, щоб прапорець «Відобразити штрихування» був відміченим. За замовчування цей прапорець вибрано.

Після введення вхідних даних користувач має змогу побудувати конструктивне креслення геологічного розрізу за допомогою кнопки «Побудувати та відобразити геологічний розріз». Приклад такого креслення показано на рис. 6.

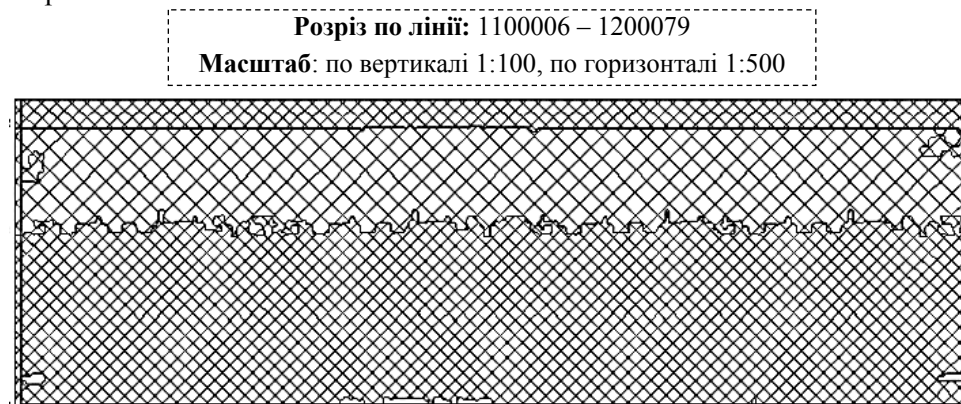


Рис. 6. . Конструктивне креслення геологічного розрізу

Розроблений плагін для підготовки креслень являє собою бібліотеку класів, яка завантажується в AutoCAD за допомогою команди NETLOAD. У результаті відкривається діалогове вікно для вибору вхідних даних, у якому необхідно вказати файл растрового зображення радарограми, текстовий файл ліній поділу шарів ґрунту, глибину радарограми і вибрати початкову та кінцеву свердловини. Також потрібно ввести відносні координати точки відліку і масштаб по горизонталі та вертикалі. Після вибору зображення радарограми за допомогою діалогу завантаження файлів користувач має можливість її перегляду (рис. 5).

Для відображення рядка «Геофізичний профіль» у таблиці конструктивного креслення необхідно відмітити прапорець «Відобразити геофізичний профіль». Для створення штрихування

Після виконання програми користувач може редагувати креслення за допомогою стандартних засобів програмного середовища AutoCAD.

Застосування для створення користувацьких шаблонів штрихувань завантажується із середовища AutoCAD за допомогою команди APPLOAD. У вікні застосування (рис. 7) задаються параметри робочої ділянки креслення.

Далі в межах робочої ділянки креслиться зразок штрихування, який можна зберегти у форматі файла шаблону AutoCAD (\*.pat).

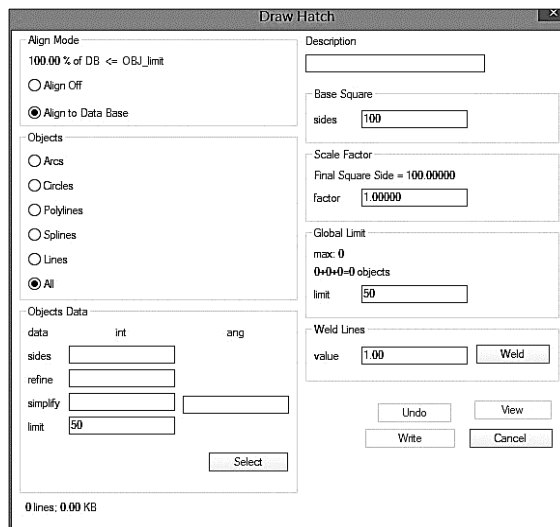


Рис. 7. Застосування для створення шаблонів штрихувань AutoCAD

## ВИСНОВКИ

Натепер не втрачає актуальності науково-прикладна проблема автоматизації створення конструктивних креслень геологічних розрізів за результатами інтерпретації радарограм. З метою її розв'язання запропоновано підхід, що ґрунтується на використанні спеціальних інструментальних засобів, розроблених засобами .NET для роботи в середовищі AutoCAD, які забезпечують етапи побудови креслень свердловин, нанесення меж шарів ґрунтів, визначення і нанесення на креслення штрихувань типів ґрунтів, оформлення креслення відповідно до чинних вимог.

Створені інструменти є складовою частиною програмної системи автоматизованого моніторингу геологічного середовища в зоні впливу споруд АЕС, що розроблені згідно з планом наукових досліджень кафедри автоматизації проектування енергетичних процесів та систем науково-дослідними та дослідними конструкторськими роботами за держбюджетною тематикою «Автоматизація моніторингу геологічного середовища в зоні впливу споруд АЕС», № 2638.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Автоматизація моніторингу стану довкілля у зоні впливу атомних електростанцій / С.О. Лук'яненко, С.І. Шаповалова, О.Ф. Шульженко та ін.; за заг. ред. С.О. Лук'яненка, С.І. Шаповалова. — К.: Видавничо-поліграф. підприємство «ТЕКСТ», 2013. — 206 с.
2. Старовойтов А.В. Интерпретация радиолокационных данных / А.В. Старовойтов. — М.: Изд-во МГУ, 2008. — 192 с.
3. Владимиров М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию / М.Л. Владимиров, А.В. Старовойтов. — М.: МГУ, 2004. — 153 с.
4. Пособие по составлению и оформлению документации инженерных изысканий для строительства. Ч.2. Инженерно-геологические (гидрологические) изыскания (к СНиП II-9-78).
5. Первый опыт написания плагинов для Autocad на C# [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://habrahabr.ru/post/148844/>.
6. C# и AutoCAD. Некоторые приемы работы [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=33874>.
7. Create custom hatches in AutoCAD [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.mladengradev.com/en/create-custom-hatches-in-autocad/>.

Надійшла 18.06.2015